

CSL302: Compiler Design

Bottom Up Parsing

Vishwesh Jatala

Assistant Professor

Department of CSE

Indian Institute of Technology Bhilai

vishwesh@iitbhilai.ac.in



Acknowledgement

- Today's slides are modified from that of Stanford University:
 - *<https://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs143/cs143.1128/>*

Practical Concerns

Where Theory Meets Practice

- We've just covered six powerful parsing algorithms:
 - Leftmost DFS
 - LL(1)
 - LR(0)
 - SLR(1)
 - LALR(1)
 - LR(1)
- How do we make them work in practice?

Two Practical Concerns

- **Ambiguity**

- Real grammars are often ambiguous.
- Programmers are *terrible* at eliminating it.
- How do you build a parser to try to combat it?

- **Error-handling**

- How do you report errors intelligently?
- How do you continue parsing after an error?

Ambiguity and Predictive Parsing

- The predictive parsers we have seen so far ($LL(1)$, $LR(0)$, $SLR(1)$, $LALR(1)$, $LR(1)$) only work on unambiguous grammars.
 - Intuitively: if grammar is ambiguous, cannot uniquely guess which production/reduction to use.
 - Formally proving this is somewhat involved.
- Most grammars for programming languages, unless cleverly written, are ambiguous.
- How can we handle this?

Parsing Ambiguous Grammars

- Consider this simple grammar for arithmetic expressions:

$S \rightarrow E$

$E \rightarrow E + E$

$E \rightarrow E * E$

$E \rightarrow \text{int}$

$E \rightarrow (E)$

- This grammar is ambiguous.
 - e.g. Two trees for $\text{int} + \text{int} * \text{int}$
- What happens if we try parsing it?

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10						
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10						
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$

3. $E \rightarrow E * E$

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10						
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3					
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3	s4				
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$

3. $E \rightarrow E * E$

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4				
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2				
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$

3. $E \rightarrow E * E$

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2		
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6							
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$
4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3					
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3	s4				
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4				
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3				
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3		
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7							
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10						
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8							
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3					
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4				
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9							
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4					
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4				
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4		
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10							

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5					

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5				

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5		

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$

3. $E \rightarrow E * E$

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ +, *,), \$ \}$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

Resolving Ambiguity

- Although the grammar is ambiguous, there is clearly one intended parse tree because of operator precedence.
- How can we use this precedence information to avoid LR conflicts?

Precedence Declarations

- Tell the parser generator about the *associativity* and *precedence* of certain rules.
- Productions can be left-associative, right-associative, or nonassociative.
- Productions can have their priorities ranked against one another.

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1. $S \rightarrow E$
2. $E \rightarrow E + E$
3. $E \rightarrow E * E$
4. $E \rightarrow (E)$
5. $E \rightarrow \text{int}$

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4 r2		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		s3 r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		r2	s4		r2	r2	
6		r3	r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		r2	s4		r2	r2	
6		r3	r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Rgt.-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Rgt.-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Rgt.-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Rgt.-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3 r2	s4		r2	r2	
6		r3	s4 r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Rgt.-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Rgt.-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3	s4		r2	r2	
6		r3	s4		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Rgt.-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Rgt.-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		s3	s4		r2	r2	
6		r3	s4		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

Resolving Conflicts with Precedence

- When choosing whether to reduce a rule containing **t** or shift the terminal **r**:
 - If **t** has higher priority, **reduce**.
 - If **r** has higher priority, **shift**.
 - If **t** and **r** have the same priority:
 - If **t** is left-associative, **reduce**.
 - If **t** is right-associative, **shift**.

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri.1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		r2	s4		r2	r2	
6		r3	r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

SLR(1) Parsing with Ambiguity

1
$S \rightarrow \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

1. $S \rightarrow E$

2. $E \rightarrow E + E$ (Left-assoc, pri. 0)

3. $E \rightarrow E * E$ (Left-assoc, pri. 1)

4. $E \rightarrow (E)$

5. $E \rightarrow \text{int}$

2
$S \rightarrow E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

3
$E \rightarrow E + \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

4
$E \rightarrow E * \cdot E$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

5
$E \rightarrow E + E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

6
$E \rightarrow E * E \cdot$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

7
$E \rightarrow (\cdot E)$
$E \rightarrow \cdot E + E$
$E \rightarrow \cdot E * E$
$E \rightarrow \cdot \text{int}$
$E \rightarrow \cdot (E)$

8
$E \rightarrow (E \cdot)$
$E \rightarrow E \cdot + E$
$E \rightarrow E \cdot * E$

9
$E \rightarrow (E) \cdot$
10
$E \rightarrow \text{int} \cdot$

	int	+	*	(	)	\$	E
1	s10			s7			s2
2		s3	s4			acc	
3	s10			s7			s5
4	s10			s7			s6
5		r2	s4		r2	r2	
6		r3	r3		r3	r3	
7	s10			s7			s8
8		s3	s4		s9		
9		r4	r4		r4	r4	
10		r5	r5		r5	r5	

Error Handling

- What should the parser do when it encounters an error?
- Could just say “syntax error,” but we'd like more detailed messages.
- How do we resume parsing after an error?

Error Productions

- One idea: add productions to the grammar that identify common mistakes.
- For example:

$E \rightarrow E + E$

$E \rightarrow E * E$

$E \rightarrow \text{int}$

$E \rightarrow (E)$

$E \rightarrow E E$ (*error production*)

$E \rightarrow E +$ (*error production*)

$E \rightarrow E *$ (*error production*)

Analysis of Error Productions

- Useful for diagnosing common programmer mistakes.
 - More likelihood for ambiguity.
 - More likelihood grammar won't be accepted by parser generator (i.e. not LALR(1))

Using Panic Mode

- Reading Exercise from Chapter 4.

Exercise

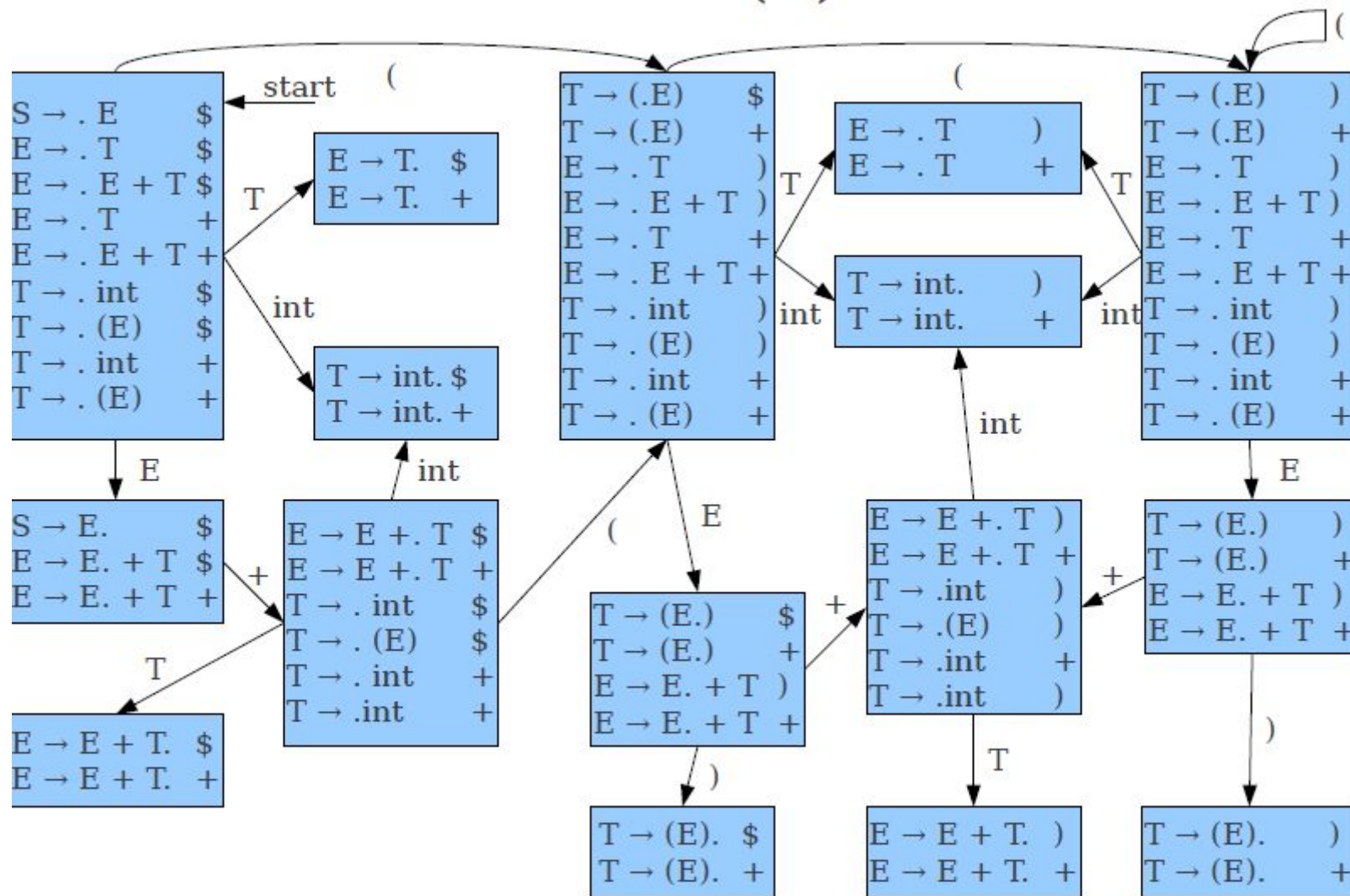
- (1) $S \rightarrow E$
- (2) $E \rightarrow T$
- (3) $E \rightarrow E + T$
- (4) $T \rightarrow \text{int}$
- (5) $T \rightarrow (E)$

Construct the following parser tables

LR(1)/CLR

LALR

Deterministic LR(1) Automata



$S \rightarrow E$
 $E \rightarrow T$
 $E \rightarrow E + T$
 $T \rightarrow \text{int}$
 $T \rightarrow (E)$

(1)
 (2)
 (3)
 (4)
 (5)

	int	(	)	+	\$	T	E
1	s5					s4	s2
2				s6	ACCEPT		
3				r3	r3		
4				r2	r2		
5				r5	r5		
6	s5	s7				s3	
7	s10	s14				s10	s8
8			s9	s12			
9				r5	r5		
10			r2	r2			
11			r4	r4			
12	s11					s13	
13			r3	r3			
14	s11		s14			s10	s15
15			s16	s12			
16			r5	r5			

Summary

