



# 编译原理

## 第五章 语法分析——自下而上分析

# 第五章 语法分析——自下而上分析

- 自下而上分析的基本问题
- 算符优先分析算法
- LR 分析法

## 5.2 算符优先分析

- 四则运算的优先规则

- 先乘除后加减，同级从左到右

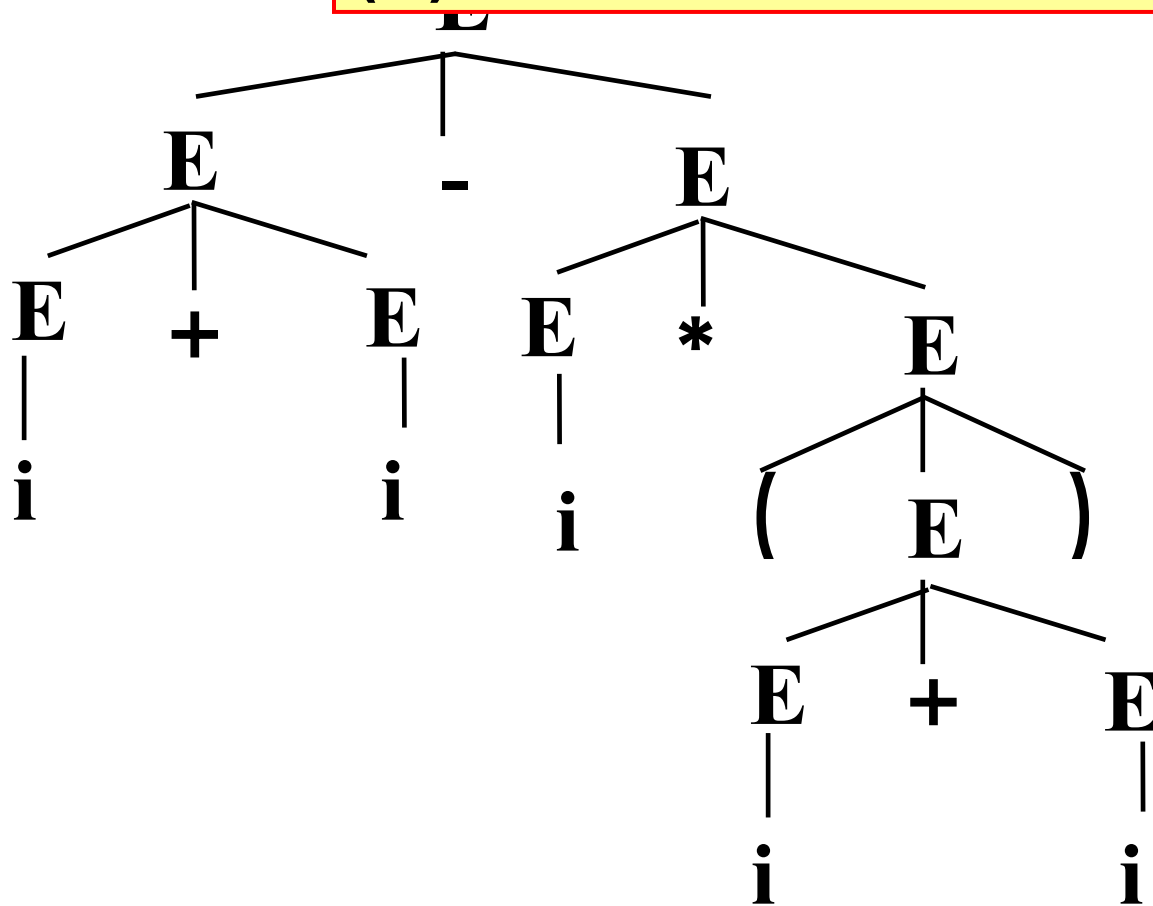
- 考虑二义文法文法  $G(E)$  :

$G(E) : E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E * E \mid E / E \mid (E)$

- 它的句子可能有几种不同的规范归约。

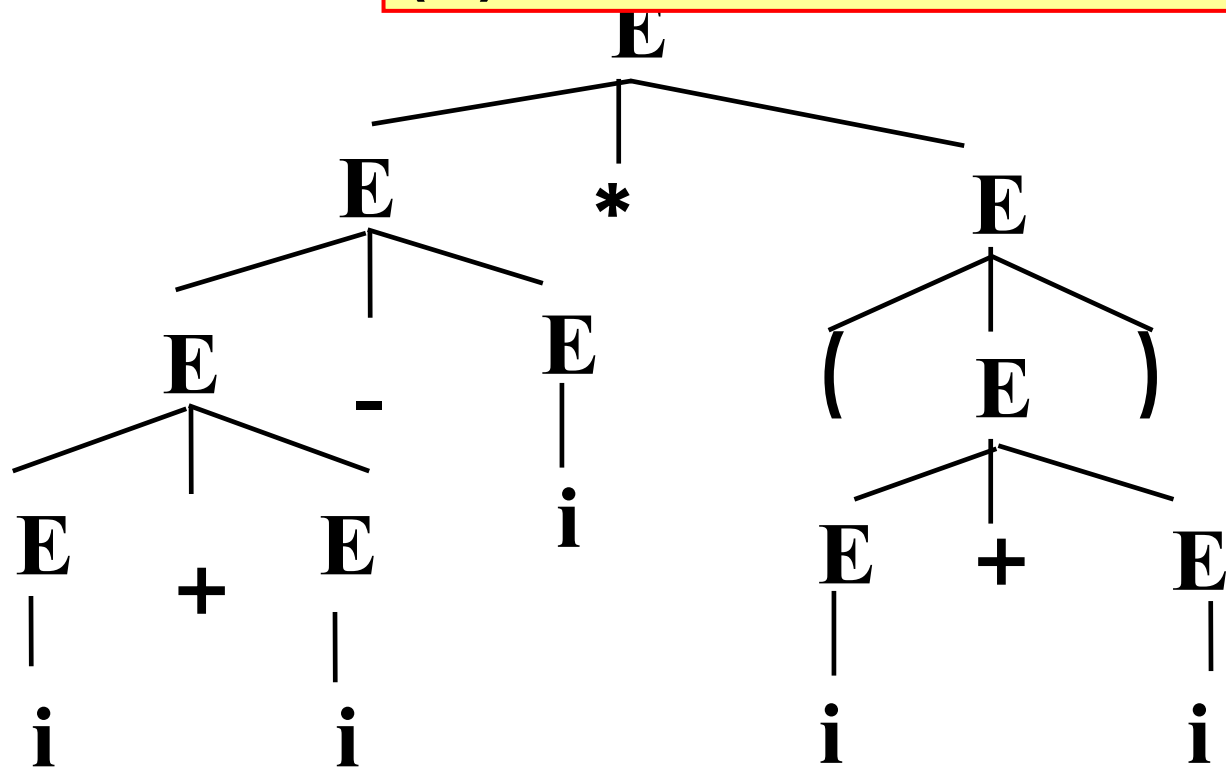
例如：句子  $i+i-i*(i+i)$

**$G(E) : E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E * E \mid E/E \mid (E)$**



例如：句子  $i+i-i*(i+i)$

**$G(E) : E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E^*E \mid E/E \mid (E)$**



## 5.2 算符优先分析

- 四则运算的优先规则

- 先乘除后加减，同级从左到右

- 考虑二义文法文法  $G(E)$  :

$G(E) : E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E * E \mid E / E \mid (E)$

- 它的句子有几种**不同的规范归约**。

- 归约即计算表达式的值。归约顺序不同，则计算的顺序也不同，结果也不一样。

- 如果规定算符的优先次序，并按这种规定进行归约，则归约过程是唯一的。

句子  $i+i-i*(i+i)$  的归约过程是：

(1)  $i+i-i*(i+i)$

(2)  $E+i-i*(i+i)$

(3)  $E+E-i*(i+i)$

(4)  $E-i*(i+i)$

(5)  $E-E*(i+i)$

(6)  $E-E*(E+i)$

(7)  $E-E*(E+E)$

(8)  $E-E*(E)$

(9)  $E-E^*E$

(10)  $E-E$

(11)  $E$

**$G'(E) :$**

**$E \rightarrow T \mid E+T \mid E-T$**

**$T \rightarrow F \mid T^*F \mid T/F$**

**$F \rightarrow (E) \mid i$**

**$G(E) :$**

**$E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E^*E \mid E/E \mid$**

**$(E)$**

句子  $i+i-i*(i+i)$  的归约过程是：

(1)  $i+i-i*(i+i)$   
 (2)  $F+i-i*(i+i)$   
 (3)  $T+i-i*(i+i)$   
 (4)  $E+i-i*(i+i)$   
 (5)  $E+F-i*(i+i)$   
 (6)  $E+T-i*(i+i)$   
 (7)  $E-i*(i+i)$   
 (8)  $E-F*(i+i)$   
 (9)  $E-T*(i+i)$   
 (10)  $E-T*(F+i)$   
 (11)  $E-T*(T+i)$   
 (12)  $E-T*(E+i)$   
 (13)  $E-T*(E+F)$   
 (14)  $E-T*(E+T)$   
 (15)  $E-T*(E)$   
 (16)  $E-T*F$   
 (17)  $E-T$   
 (18)  $E$

■ 为什么  $G'(E)$  可以保证归约的正确顺序、而  $G(E)$  却要额外的说明？

$G'(E) :$   $E \rightarrow T \mid E+T \mid E-T$   
 $T \rightarrow F \mid T*F \mid T/F$   
 $F \rightarrow (E) \mid i$

$G(E) :$   $E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E*E \mid E/E \mid$   
 $(E)$



# 算符优先分析基本思想

- 起决定作用的是相邻的两个算符（终结符）之间的优先关系。
- 所谓算符优先分析法就是定义算符（终结符）之间的某种优先关系，借助于这种关系寻找“可归约串”和进行归约。

# 优先关系

- 定义任何两个可能相继出现的终结符  $a$  与  $b$  的三种优先关系
  - $a$   $b$   $a$  的优先级低于  $b$
  - $a$   $b$   $a$  的优先级等于  $b$
  - $a$   $b$   $a$  的优先级高于  $b$
- 注意：与数学上的  $<>=$  不同
  - $+$   $+$
  - $a$   $b$  并不意味着  $b$   $a$ ，如  $($   $+$  和  $+$   
 $($

# 算符优先文法及优先表构造

- 一个文法，如果它的任一产生式的右部都不含两个相继（并列）的非终结符，即不含如下形式的产生式右部：

...QR...

则我们称该文法为算符文法。

- 约定：
  - a、b 代表任意终结符
  - P、Q、R 代表任意非终结符
  - ‘...’ 代表由终结符和非终结符组成的任意序列，包括空字

$G(E) : E \rightarrow i \mid E+E \mid E-E \mid E^*E \mid$   
 $E/E \mid (E)$

下面是一个算符优先文法

$G(E) : E \rightarrow T \mid E+T \mid E-T$   
 $T \rightarrow F \mid T^*F \mid T/F$   
 $F \rightarrow (E) \mid i$

是一个算符优先文法

■ 假定  $G$  是一个算符优先文法  
 对于任何一对终结符  $a, b$

1.  $a \blacklozenge b$  当且仅当  
 $P \rightarrow \dots ab \dots$

2.  $a \blacklozenge b$  当且仅当

$aR \dots$  的产生式, 而  $R \xrightarrow{+} b \dots$  或  $R \xrightarrow{-} b \dots$

3.  $a \square b$  ; 当且仅当  $G$  中含有形如  $P \rightarrow \dots$

$Rb \dots$  的产生式, 而  $R \xrightarrow{+} \dots a$  或  $R \xrightarrow{-} \dots a$

■ 如果一个算符文法  $G$  中的任何终结符对  $(a, b)$  至多只满足下述三关系之一:

$a \blacklozenge b$ ,  $a \blacklozenge b$ ,  $a \square b$

则称  $G$  是一个算符优先文法。

■ 例：考虑下面的文法  $G(E)$ ：

(1)  $E \rightarrow E + T \mid T$

(2)  $T \rightarrow T * F \mid F$

(3)  $F \rightarrow P \uparrow F \mid P$

(4)  $P \rightarrow (E) \mid i$

■ 由规则  $P \rightarrow (E)$ ，有(♦)

■ 由规则  $E \rightarrow E + T$  和  $T \Rightarrow T * F$ ，有 \*

■ 由  $T \rightarrow T * F$  和  $F \rightarrow P \uparrow F$ ，可得♦↑

■ 由  $E \rightarrow E + T$  和  $E \Rightarrow E + T$ ，可得+↑

■ 由  $F \rightarrow P \uparrow F$  和  $F \Rightarrow P \uparrow F$ ，可得↑

■ 由  $P \rightarrow (E)$  和

$E \Rightarrow E + T \Rightarrow T + T \Rightarrow T * F + T \Rightarrow F * F + T$

(♦ +  $\Rightarrow P \uparrow F * F + T \Rightarrow i \uparrow F * F + T$

有

## ■ 优先关系表

	+	*	↑	i	(	)	#
+							
*							
↑							
i							
(							
)							
#							

# 构造优先关系表算法

- 通过检查  $G$  的每个产生式的每个候选式，可找出所有满足  $a \blacklozenge b$  的终结符对

1. a b 当且仅当文法 G 中含有形如  $P \rightarrow \dots ab \dots$  或  $P \rightarrow \dots aQb \dots$  的产生式

- 确定满足关系  $R$  和  $S$  的所有终结符对

2.  $a \blacklozenge b$  当且仅当  $G$  中含有形如  $P \xrightarrow{+} \dots$   
 $aR \dots$  的产生式, 而  $R \xrightarrow{+} b \dots$  或  $R$

3.  $Qb \vdash b$  当且仅当  $G$  中含有形如  $P \rightarrow \dots$   
 $Rb \dots$  的产生式, 而  $R \vdash \dots$  或  $R \vdash \dots$

# 小结

- 算符文法、优先关系
- 算符优先文法