

编译原理

Compiler Construction Principles



朱 青

信息学院计算机系，

中国人民大学，

zqruc2012@aliyun.com

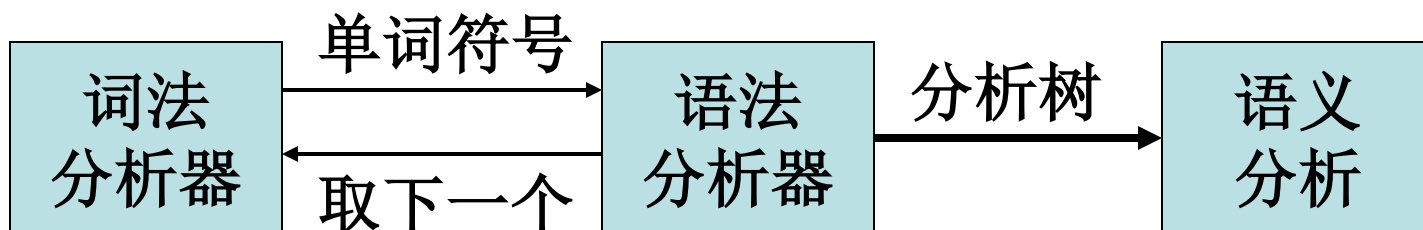


第3,4章: 语法分析器

- ⌘ 上下文无关文法
- ⌘ 自顶向下分析法
- ⌘ 自底向上分析法
- ⌘ 算符优先分析法
- ⌘ LR分析器
- ⌘ LR(0)分析表的构造
- ⌘ SLR分析表的构造
- ⌘ LR(1) 和LALR(1)分析表简介
- ⌘ 软件工具Yacc

第3,4章：语法分析复习

语法分析的重要性:



语法分析方法:

- 1) 自顶向下分析法.
- 2) 自底向上分析法.

第3,4章:语法分析复习

语法分析总结与习题:

基本概念

- 1.上下文无关文法.
- 2.递归下降分析法.
- 3.LL(1), LR(0), SLR(1)概念
- 4.规范归约
- 5.算符优先文法
- 6.短语, 最左素短语
- 7.左递归
- 8.句柄, 句型

- 9. 直接短语**
- 10. 文法的二义性**
- 11. 文法的分类(形式语言)**
- 12. 自下而上分析**
- 13. 自上而下分析**

实验性题目:

- 1. 写递归下降分析程序.**
- 2. 由算符优先表构造优先函数.**

理论性题目:

1. 判断文法的二义性.
2. 改造二义性文法.
3. 消除左递归.
4. 提取公共左因子.
5. 递归下降分析程序.
6. LL(1)文法的判断.
7. 算符优先分析法.
8. 算符优先函数.
9. 规范归约过程.

应用举例:

一. 求文法所描述的语言.

例题: 已知文法 **G1** (p36 6)

N \longrightarrow **D|ND**

D \longrightarrow **0|1|2|3|4|5|6|7|8|9**

(1) **G1**的语言**L(G1)**是什么?

解: **L(G1)={a|a为可带前导0的正整数}**

或 **L(G1)={a|a为数字串}**

或**L(G1)={(0|1|2|3|4|5|6|7|8|9)+}**

二.已知文法,求句子的最左推导和最右推导

例如:P36 6(2).

文法G1 (2)给出句子568的最左推导和最右推导.

解:最右推导:

$N \Rightarrow ND \Rightarrow NDD \Rightarrow DDD \Rightarrow 5DD \Rightarrow 56D \Rightarrow 568$

最左推导:

$N \Rightarrow ND \Rightarrow N8 \Rightarrow ND8 \Rightarrow N68 \Rightarrow D68 \Rightarrow 568$

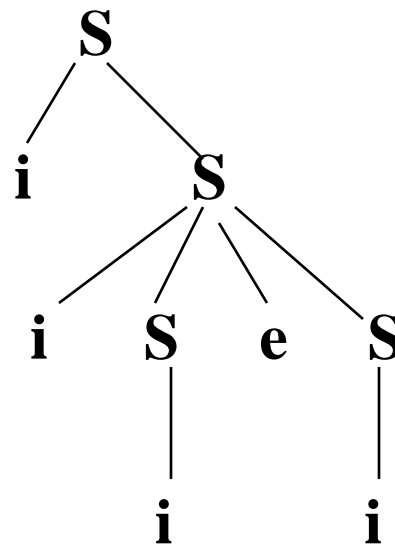
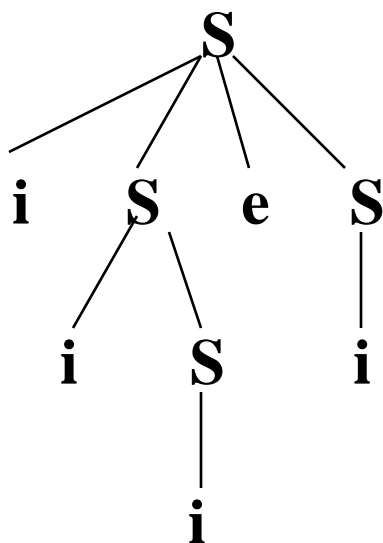
三.证明文法是二义的.

例如: **P36 9. 求证文法G是二义文法**

$$S \longrightarrow iSeS|iS|i$$

证明: 对句子 **i i i e i**, 有两棵语法树(如下所示).

故文法G是二义文法



四.已知文法,求某个句子的所有短语,直接短语和句柄.P85概念

$E \rightarrow T | E+T | E-T$

$T \rightarrow F | T * F | T / F$

$F \rightarrow (E) | i$

求证: $E+T * F$ 是它的句型,指出这个句型的所有的短语,直接短语和句柄.

证明:因为 $E \Rightarrow E+T \Rightarrow E+T * F$

所以 $E+T * F$ 是它的句型.

因为 $E \xRightarrow{*} E+T$ 且 $T \Rightarrow T * F$

故 $T * F$ 是指出这个句型相对于 T 的短语,而且是直接短语,也是句柄.

五.已知文法,求某个句子的语法树和最右推导.

例如: 已知文法

(1) $S \longrightarrow \text{real IDLIST}$

(2) $\text{IDLIST} \longrightarrow \text{IDLIST}, \text{ID}$

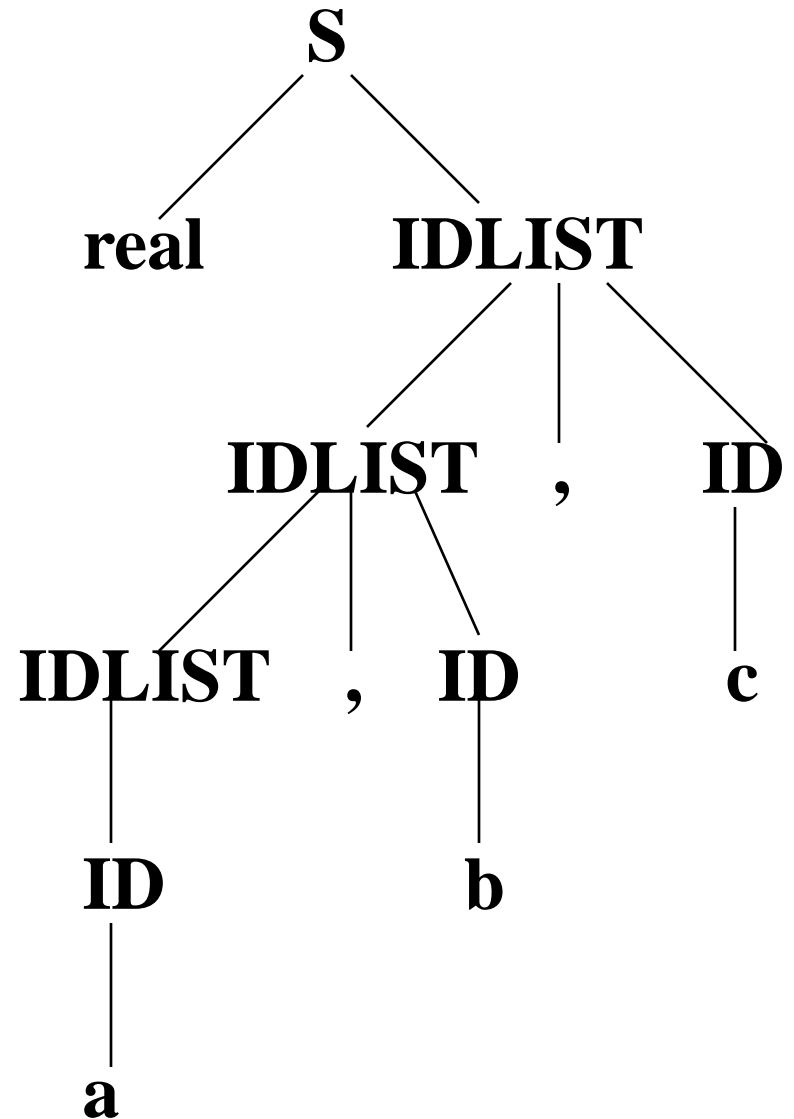
(3) $\text{IDLIST} \longrightarrow \text{ID}$

(4) $\text{ID} \longrightarrow a|b|c|d$

此文法的句子 **real,a,b,c** 的语法树和最右推导.

解:由文法对句子 **real,a,b,c** 进行分析得到
的语法树为:

S=>real IDLIST
=> real IDLIST,ID
=> real IDLIST,c
=> real IDLIST,ID,c
=> real IDLIST,b,c
=> real ID,b,c
=>real a,b,c



六. 消除左递归

例如:对文法消除左递归:

$$S \longrightarrow Aa|a|b$$
$$A \longrightarrow Ac|c|Sd$$

根据算法

1)非终结符安排为 **S,A**

2) **S**不存在左递归, 故**i=1**不做工作.

3)**i=2**时, 将**S $\longrightarrow Aa|a|b$** 代入到**A**的
有关候选式后, 得到

$$A \longrightarrow Ac | c | Aad | ad | bd$$

再消除**A**-产生式中的直接左递归:

$$S \longrightarrow Aa|a|b$$
$$A \longrightarrow cA'|adA'|bdA'$$
$$A' \longrightarrow cA'|adA'|\varepsilon$$

练习:消除左递归.

$$S \longrightarrow Aa$$
$$A \longrightarrow Bb$$
$$B \longrightarrow Cc$$
$$C \longrightarrow Dd$$
$$C \longrightarrow \varepsilon$$
$$D \longrightarrow Az$$

七. 对下列文法,提取公共左因子.

PROGRAM \rightarrow begin DECLIST comma STATELIST end

DECLIST \longrightarrow d semi DECLIST

DECLIST \longrightarrow d

STATELIST \longrightarrow s semi STATELIST

STATELIST \longrightarrow s

(这个语言的形式结构: **begin d;d;...;s;s;...;s end**).

解:答案(八.的例题)

八. 判断文法是否为LL(1)的.并造预测分析表。

PROGRAM \longrightarrow begin DECLIST comma STATELIST end

DECLIST \longrightarrow dX

X \longrightarrow semi DECLIST

X \longrightarrow ε

STATELIST \longrightarrow sY

Y \longrightarrow semi STATELIST

Y \longrightarrow ε

解:这里我们只需找出**X**和**Y**的引导符号集:

X的第一个候选式的引导符号集为{semi}.

X的第二个候选式的引导符号集为{comma}.

Y的两个候选式的引导符号集分别为

{semi},{end}. 所以该文法是LL(1)的.

例如:(P81 2)对下面文法G

$$E \longrightarrow TE' \quad E' \longrightarrow +E \mid \varepsilon$$

$$T \longrightarrow FT' \quad T' \longrightarrow T \mid \varepsilon$$

$$F \longrightarrow PF' \quad F' \longrightarrow *F' \mid \varepsilon$$

$$P \longrightarrow (E) \mid a \mid b \mid \wedge$$

(1) 计算每个非终结符的FIRST和FOLLOW.

(2) 证明这个文法是LL(1)的.

证明: (1)

$$\begin{aligned} \text{FIRST}(E) &= \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) \\ &= \text{FIRST}(P) = \{ (, a, b, \wedge \}. \end{aligned}$$

$$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$$

$$\text{FIRST}(T') = \{ (, a, b, \wedge, \varepsilon \}$$

$$\text{FIRST}(F') = \{ *, \varepsilon \}$$

$\text{FOLLOW}(E) = \text{FOLLOW}(E') = \{ \text{) , } \# \}$
 $\text{FOLLOW}(T) = \text{FOLLOW}(T') = \{ + , \text{) , } \# \}$
 $\text{FOLLOW}(F) = \text{FOLLOW}(F') = \{ (, a , b , ^ , + , \text{) , } \# \}$
 $\text{FOLLOW}(P) = \{ * , (, a , b , ^ , + , \text{) , } \# \}$

(2)

$\left[\begin{array}{l} \text{SELECT}(E' \rightarrow +E) = \text{FIRST}(+E) = \{ + \} \\ \text{SELECT}(E' \rightarrow \varepsilon) = \text{FOLLOW}(E') = \{ \# , \text{) } \} \text{ 交为空} \end{array} \right.$
 $\left[\begin{array}{l} \text{SELECT}(T' \rightarrow T) = \text{FIRST}(T) = \{ (, a , b , ^ \} \\ \text{SELECT}(T' \rightarrow \varepsilon) = \text{FOLLOW}(T') = \{ + , \# , \text{) } \} \text{ 交为空} \end{array} \right.$
 $\left[\begin{array}{l} \text{SELECT}(F' \rightarrow *F') = \text{FIRST}(*F') = \{ * \} \\ \text{SELECT}(F' \rightarrow \varepsilon) = \text{FOLLOW}(F') = \{ (, a , b , ^ , + , \# , \text{) } \} \text{ 交为空} \end{array} \right.$

此文法为LL(1)的.

(3) 构造预测分析表：参照 P76 表4.1

	+	*	()	a	b	^	#
E			$E \rightarrow TE'$		$E \rightarrow TE'$	$E \rightarrow TE'$	$E \rightarrow TE'$	
E'	$E' \rightarrow +E$			$E' \rightarrow \varepsilon$				$E' \rightarrow \varepsilon$
T			$T \rightarrow FT'$		$T \rightarrow FT'$	$T \rightarrow FT'$	$T \rightarrow FT'$	
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F			$F \rightarrow PF'$		$F \rightarrow PF'$	$F \rightarrow PF'$	$F \rightarrow PF'$	
F'	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow *F'$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$
P			$P \rightarrow (E)$		$P \rightarrow a$	$P \rightarrow b$	$P \rightarrow \wedge$	

(4) 构造递归下降分析程序，参照 P74 程序（同理写出其它）

```
PROCEDURE E;  
BEGIN  
  IF symbol= ( OR symbol= a OR symbol= b OR symbol= ^ THEN  
    BEGIN  
      T;  
      E';  
    END;  
  ELSE error;  
END;
```

```
PROCEDURE E';  
BEGIN  
  IF symbol= + THEN  
    BEGIN ADVANCE;  
      E;  
    END;  
END;
```

(4) 构造递归下降分析程序，参照 P74 程序（同理写出其它）

```
void E()
{
    if(sym=='(' || sym=='a' || sym=='b' || sym=='^')
    {
        T;
        E';
    }
    else
        error();
}
```

```
void E'( )
{
    if ( sym=='+')
    {
        advanced( );
        E( );
    }
    else if (sym!=')' && sym!='#')
        error();
}
```

九.由算符优先表构造优先函数.(P133 3).

文法G2: $S \longrightarrow a \mid ^ \mid (T)$

$T \longrightarrow T , S \mid S$

求:(1)G2的FIRSTVT和LASTVT.

(2)G2的优先函数关系.G6是一个算符优先文法吗?

(3)G2的优先函数.

解:(1) $FIRSTVT(S) = \{ a, ^, (\}$

$FIRSTVT(T) = \{ , , a, ^, (\}$

$LASTVT(S) = \{ a, ^,) \}$

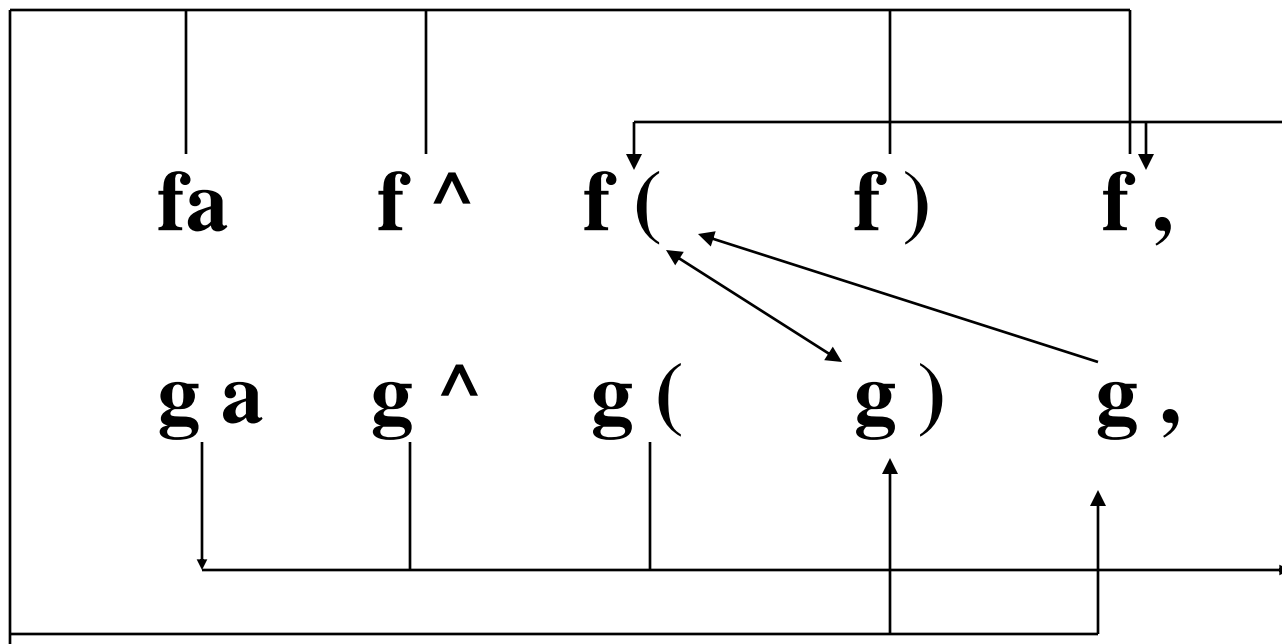
$LASTVT(T) = \{ , , a, ^,) \}$

(2) G2的优先关系为:

	a	^	()	,
a				>	>
^				>	>
(<	<	<	=	<
)				>	>
,	<	<	<	>	>

G2是一个算符优先文法.由定义可得.

(3)G2的优先函数.由的优先表对应的方向图如下所示:



优先函数 f 和 g 为:

	a	$^$	$($	$)$	$,$
f	4	4	2	4	4
g	5	5	5	2	3