

# 递归下降与优先爬升

## 文法规则

用“ $::=$ ”符号，表示“由.....组成”。文法规则一般形如：

$\langle \text{句子} \rangle ::= \langle \text{主语} \rangle \langle \text{谓语} \rangle$

$\langle \text{谓语} \rangle ::= \langle \text{动词} \rangle \langle \text{宾语} \rangle$

表示“句子由主语和谓语构成”，“谓语由动词和宾语构成”。这种构成是按顺序的。

对于语法中的大写字母，或者用尖括号括起来的部分，称为“语法项”或者“非终结符号”。非终结符号可以出现在文法规则的左部或者右部。

对于语法中的小写字母，或者用单引号引起来的部分，表示具体的字符，称为“终结符号”。终结符号只能出现在文法规则的右部，无法再向下推导。最终待匹配的字符串只由终结符号构成。

文法 $G[S]$ 的含义是，文法 $G$ 的“起始符号”是 $S$ ，相当于语法树的根节点。起始符号规定为一个非终结符号。

文法规则中有一些特殊符号。

符号 $\epsilon$ （希腊字母epsilon）表示空串，即长度为0的字符串，就是什么都没有。空串的概念类似于空集，但是空串是串，仍旧作为元素来看待，与空集概念有区别。

符号 $|$ ：表示“或”。例如：

$A ::= B | C$

表示 $A$ 由 $B$ 构成，或者由 $C$ 构成。这里的 $B$ 和 $C$ 称为文法项 $A$ 的候选式。

符号 $\{ \}$ ：大括号里的内容，表示可以重复0次到重复任意有限次。不能重复无限次，因为字符串永远有限长。例如：

$A ::= \{a\}$

表示 $A$ 可以匹配 $\epsilon$ 、 $a$ 、 $aa$ 、 $aaa$ 、.....所有只由 $a$ 构成的字符串。

如果要表示这些特殊符号，一般会用单引号引起来，或者用转义字符 $\backslash$ 去转义。

## 语法分析

语法分析是编译的一个环节，可以检查输入的字符串是否符合文法规则。

语法分析的思维模式总共分为两种：自顶向下的分析、自底向上的分析，它们按照遍历语法树的顺序来定义。

递归下降属于自顶向下的分析，优先爬升属于自底向上的分析。

## 递归下降

递归下降是一种语法分析的设计方法。

能够递归下降的文法，需要满足3个条件：

1.没有左递归。例如文法

$A ::= a \mid Ab$

无法使用递归下降，必须改写为与之等价的

$A ::= a\{b\}$

才能使用递归下降。

2.候选式首符号不相交。例如文法：

$A ::= ab \mid ac$

无法使用递归下降。必须改写为与之等价的

$A ::= aB$

$B ::= b \mid c$

才能使用递归下降。

3.如果候选式可以为 $\epsilon$ 则候选式的首符号与该语法项的后继符号也不相交。例如文法：

$S ::= Aa$

$A ::= \epsilon \mid ab$

无法使用递归下降。必须改写为与之等价的

$S ::= aB$

$B ::= \epsilon \mid ab$

才能使用递归下降。

递归下降的设计方法是：

对每一个左部的语法项，设计一个函数。

进入函数时，根据读入的首符号，来确定进入哪个候选式分支。

如果遇到 $\epsilon$ 先预读一个符号，如果判断为语法项的后继符号，则进入该分支，于是退回一个符号并返回。

如果遇到大括号，通过while循环来实现循环0次与无数次的目的。在while的判断处要读入字符检查是否进入循环，因此在while结束后要退回一个字符。

示例：括号匹配的文法 $G[S]$ 为

$S ::= A$

$A ::= \epsilon \mid '(' A ')' A \mid '[' A ']' A \mid '\{ ' A '\}' A$

于是设计的程序为：

```
int S() {
    int ans = A(); // 括号匹配
    if (ans == 0) {
        return 0;
    }
    char c = getchar(); // 匹配完应该读完
    if (c != EOF) {
        return 0;
    }
    return 1;
}

int A() {
    char c = getchar();
    if (c == ')' || c == ']' || c == '}' || c == EOF) {
        ungetc(c, stdin); // 与getchar相反, 向读入中退回一个字符
        return 1;
    } else if (c == '(') {
        int temp = A();
        if (temp == 0) // 调用匹配失败
        {
            return 0;
        }
        c = getchar();
        if (c != ')') {
            return 0;
        }
        temp = A();
        if (temp == 0) {
            return 0;
        }
        return 1;
    } else if (c == '[') {
        int temp = A();
        if (temp == 0) {
            return 0;
        }
        c = getchar();
        if (c != ']') {
            return 0;
        }
        temp = A();
        if (temp == 0) {
            return 0;
        }
        return 1;
    } else if (c == '{') {
        int temp = A();
        if (temp == 0) {
            return 0;
        }
    }
}
```

```
c = getchar();
if (c != '}') {
    return 0;
}
temp = A();
if (temp == 0) {
    return 0;
}
return 1;
}
}
```

## 算符优先

文法可能有二义性。例如：

$A ::= 'x' \mid A '+' A \mid A '*' A$

就具有二义性。因为对于字符串 $x+x*x$ 有两种解读方式：先运算 $x*x$ 或者先运算 $x+x$

解决二义性有两种办法：

1. 改写为无二义性的文法。比如：

$A ::= B '+' A$

$B ::= C '*' B$

$C ::= x$

没有二义性。

2. 对算符引入优先级。这种办法只适用于算符优先文法。

例如对上面的文法，强行定义算符 $+$ 的优先级是1，算符 $*$ 的优先级是2，于是就人为地规定了算符的运算顺序，先运算 $*$ ，再运算 $+$ 。

## 优先爬升

几乎所有无二义性的与上下文无关的文法，都能够改写为可以递归下降的文法。然而，适合优先爬升的文法只有“算符优先文法”。

From: <https://wiki.cvbbacm.com/> - CVBB ACM Team

Permanent link: <https://wiki.cvbbacm.com/doku.php?id=2020-2021:teams:namespace: 递归下降与优先爬升>

Last update: 2021/04/08 14:57

