编译原理第三次作业

201300035 方盛俊

Ex. 4.3.2 (3)

(1)

没有可以提取的左公因子.

(2)

仍然存在左递归, 不适合自顶向下的语法分析技术.

(3)

```
// 原始文法
S -> S ( S ) S | ε

// 消除左递归后文法
S -> S'
S' -> ( S ) S S' | ε
```

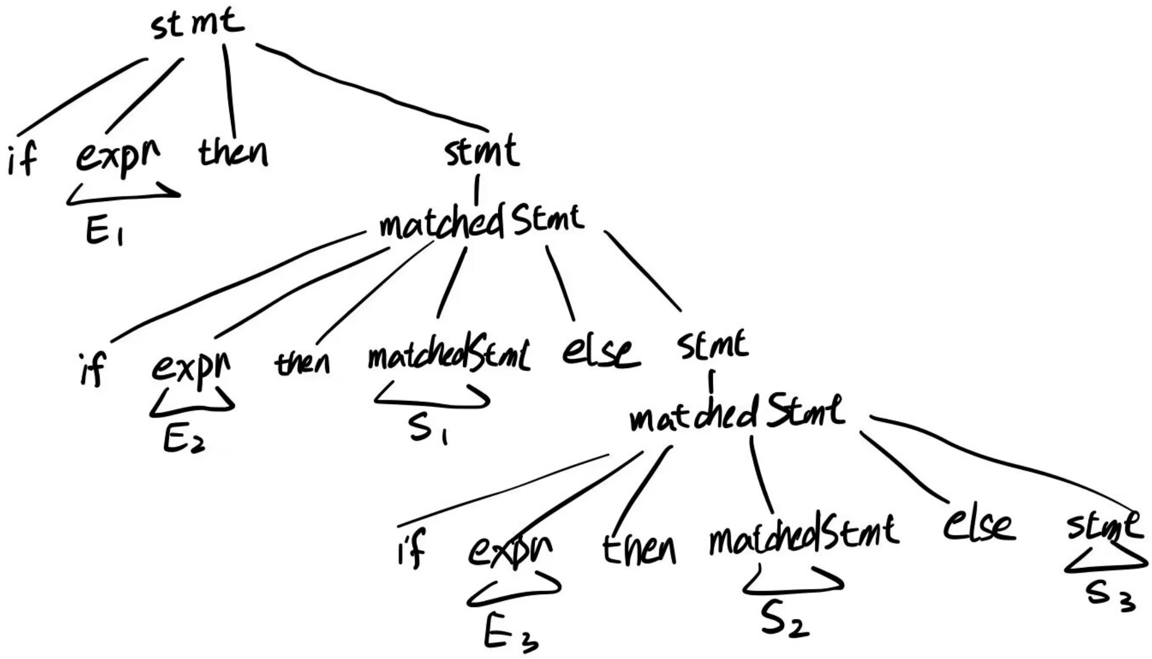
(4)

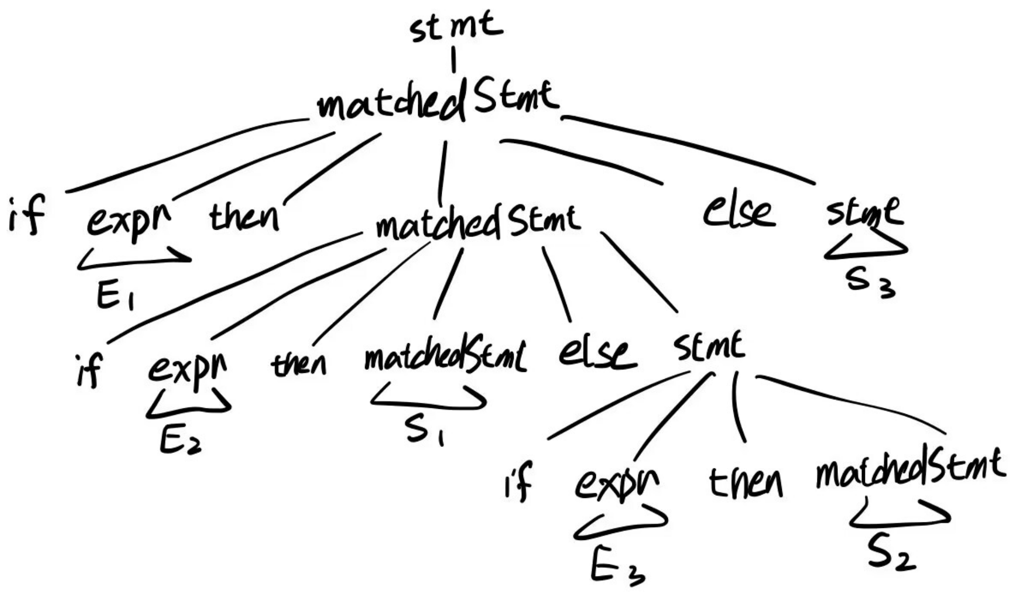
适用于自顶向下的语法分析.

Ex. 4.3.3

构造串 `if E1 then if E2 then S1 else if E3 then S2 else S3`, 可得到两棵不同的语法树.

其原因是末尾的 `else S3` 既可以认为是与顶部的 `if E1` 匹配的, 也可以认为是与末端 `if E3` 匹配的.





Ex. 4.4.1

(1)

文法:

```
S -> 0 S 1 | 0 1
```

提取左公因子:

```
S -> 0 A
A -> S 1 | 1
```

消除左递归:

```
S -> 0 A
A -> 0 A 1 | 1
```

预测分析表:

非终结符号	0	1	$
S	`S -> 0 A`	-	-
A	`A -> 0 A 1`	`A -> 1`	-

(2)

文法:

```
S -> + S S | * S S | a
```

预测分析表:

非终结符号	+	*	a	$
S	`S -> + S S`	`S -> * S S`	`S -> a`	-

(3)

文法:

```
S -> S ( S ) S | ε
```

消除左递归:

```
S -> A
A -> ( S ) S A | ε
```

计算 FIRST:

```
First(S) = { (, ε }
First(A) = { (, ε }
```

计算 FOLLOW:

```
Follow(S) = { ), (, $ }
Follow(A) = { ), (, $ }
```

预测分析表:

非终结符号	(	)	$
S	`S -> A`	`S -> A`	`S -> A`
A	`A -> ( S ) S A`, `A -> ε`	`A -> ε`	`A -> ε`

(4)

文法:

```
S -> S + S | S S | ( S ) | S * | a
```

提取左公因子:

```
S -> S A | ( S ) | a
A -> + S | S | *
```

消除左递归:

```
S -> ( S ) B | a B
B -> A B | ε
A -> + S | ( S ) B | a B | *
```

计算 FIRST:

```
First(S) = { (, a }
First(B) = { +, (, a, *, ε }
First(A) = { +, (, a, * }
```

计算 FOLLOW:

```
Follow(S) = { (, ), a, +, *, $ }
Follow(B) = { (, ), a, +, *, $ }
Follow(A) = { (, ), a, +, *, $ }
```

预测分析表:

非终结符号	(	)	a	+	*	$
S	`S -> ( S ) B`	-	`S -> a B`	-	-	-
B	`B -> A B`, `B -> ε`	`B -> ε`	`B -> A B`, `B -> ε`	`B -> A B`, `B -> ε`	`B -> A B`, `B -> ε`	`B -> ε`
A	`A -> ( S ) B`	-	`A -> a B`	`A -> + S`	`A -> *`	-

(5)

文法:

```
S -> ( L ) | a
L -> L, S | S
```

消除左递归 (排序 `L S A`):

```
S -> ( L ) | a
L -> S A
A -> , S A | ε
```

计算 FOLLOW:

```
Follow(A) = { ) }
```

预测分析表:

非终结符号	(	)	,	a	$
S	`S -> ( L )`	-	-	`S -> a`	-
L	`L -> S A`	-	-	`L -> S A`	-
A	-	`A -> ε`	`A -> , S A`	-	-

(6)

文法:

```
bexpr -> bexpr or bterm | bterm
bterm -> bterm and bfactor | bfactor
bfactor -> not bfactor | ( bexpr ) | true | false
```

消除左递归:

```
bexpr -> bterm bexpr'
bexpr' -> or bterm bexpr' | ε
bterm -> bfactor bterm'
bterm' -> and bfactor bterm' | ε
bfactor -> not bfactor | ( bexpr ) | true | false
```

计算 FOLLOW:

```
Follow(bexpr') = { ), $ }
Follow(bterm') = { or, ), $ }
```

预测分析表:

非终结符号	(	)	or	and	
bexpr	`bexpr -> bterm bexpr'`	-	-	-	`bexpr`
bexpr'	-	`bexpr' -> ε`	`bexpr' -> or bterm bexpr'`	-	-
bterm	`bterm -> bfactor bterm'`	-	-	-	`bterm`
bterm'	-	`bterm' -> ε`	`bterm' -> ε`	`bterm' -> and bfactor bterm'`	-
bfactor	`bfactor -> ( bexpr )`	-	-	-	`bfact`

Ex. 4.4.3

文法:

```
S -> S S + | S S * | a
```

提取左公因子:

```
S -> S S A | a
A -> + | *
```

消除左递归:

```
S -> a B
B -> a B A B | ε
A -> + | *
```

计算 FIRST:

```
First(S) = { a }
First(B) = { a, ε }
First(A) = { +, * }
```

计算 FOLLOW:

```
Follow(S) = { $ }
Follow(B) = { a, +, *, $ }
Follow(A) = { a, +, *, $ }
```

如果不添加额外的非终结符号的话, 即直接对 `S -> S S + | S S * | a` 分析:

```
First(S) = { a }
Follow(S) = { a, +, *, $ }
```

Ex. 4.4.5

(1)

我们给出这个带回溯的递归下降分析器:

```
bool match_a(void* &cur) {
    return next(cur) == 'a';
}

bool match_end(void* &cur) {
    return next(cur) == EOF;
}

bool match_S(void* &cur) {
    // 保存指针用以失败后恢复
    void* saved = cur;
    if (match_a(cur) && match_S(cur) && match_a(cur)) return TRUE;
    // 恢复指针
    cur = saved;
    if (match_a(cur) && match_a(cur)) return TRUE;
    return FALSE;
}

bool match(void* &cur) {
    return match_S(cur) && match_end(cur);
}
```

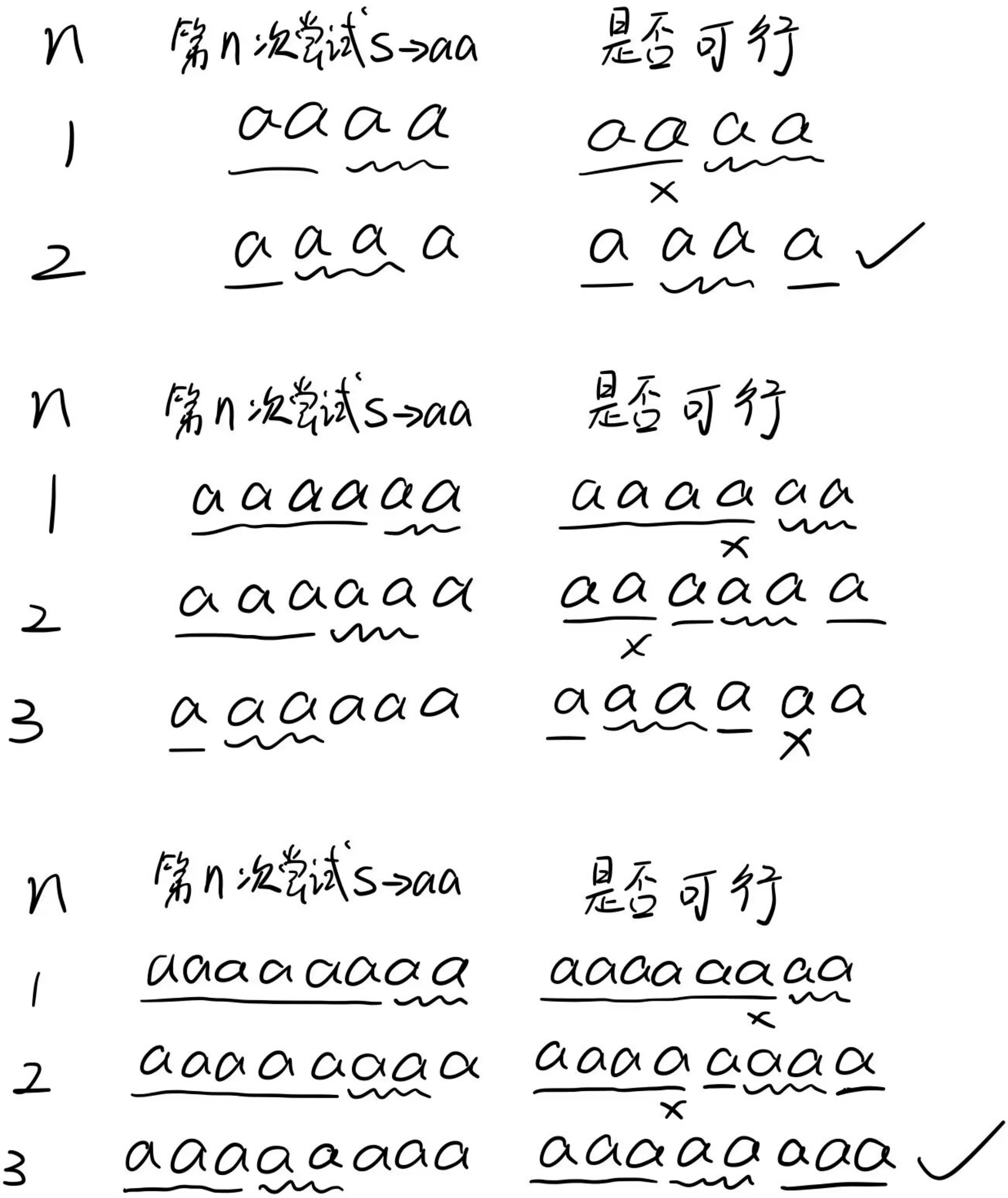
可见这个递归下降分析器首先尝试 `S -> aSa`, 如果无法识别, 则会恢复当前位置, 然后尝试 `S -> aa`.

对于 `aa`, 显然我们有函数调用树:

```
match(cur)
    match_S(cur)
        S -> aSa
            match_a(cur)
            match_S(cur)
                S -> aSa (failure)
                S -> aa (failure)
            (failure)
        S -> aa
            (success)
    match_end(cur)
        (success)
```

因此能够正确识别 `aa`.

我们使用一个更形象的方式对 `aaaa`, `aaaaaa` 和 `aaaaaaaa` 进行分析 (用直线指示 `S -> aSa` 中的 `a`, 波浪线指示 `S -> aa` 中的 `a`):



可以看出, 这个递归下降分析器可以识别 `aa` , `aaaa` 和 `aaaaaaaa` , 却识别不了 `aaaaaa` .

识别不了 `aaaaaa` 的原因是, 在第 2 次尝试 `S -> aa` 的时候, 后 4 个 `a` 匹配了 `match_S(cur)` , 因此直接返回到第 2 个 `a` 所在位置, 此时已经跳过了在第 3 个 `a` 所在位置尝试 `S -> aa` 的机会, 也就不可能对 `aaaaaa` 进行正确的分析 (正确分析应该在第 3 个 `a` 所在位置进行 `S -> aa`).

(2)

由 (1) 我们可以看出, 对于串 a^N, 能否识别关键在于递归下降分析器能否在正确的 `a` 的位置进行 `S -> aa` 的尝试, 正确的 `a` 的位置应该是第 $N/2$ 个 `a` 进行 `S -> aa` 的尝试.

我们可以用类似于 (1) 中的分析方法进行分析, 可知算法尝试 `S -> aa` 的位置是倒数第 2, 倒数第 3, 倒数第 5, 倒数第 9...

进行数学归纳可得, 即倒数第 2^k+1 的位置, 即顺数第 $N-2^k$ 的位置进行分析, 其中 $k=0,1,\cdots$.

令 $N/2=N-2^k$ 可得, $N=2^{k+1}, k=0,1,\cdots$

说明这个递归下降识别器识别 $\{a^{2^{k+1}}|k=0,1,\cdots\}$ 语言.

即识别长度为 $2,4,8,16,\cdots$ 的由 `a` 组成的串的语言.