第四章作业

1. 考虑下面文法 G_1：

$$S \to a \mid \wedge \mid (T)$$

$$T \to T, S \mid S$$

(1) 消去 G_1 的左递归。然后，对每个非终结符，写出不带回溯的递归子程序。

(2) 经改写后的文法是否是 LL(1)的？给出它的预测分析表。

解：(1) 按 T(1)、S(2) 排序，应用算法：

i=1，j从1至0

$T \to T, S \mid S$

消除直接左递归：$T \to ST'$

$T' \to , ST' \mid \varepsilon$

i=2，j从1至1　T的产生式代入S的产生式

$S \to a \mid \wedge \mid (ST')$　无直接左递归

故得文法：

$G'(S)$：

$S \to a \mid \wedge \mid (ST')$

$T' \to , ST' \mid \varepsilon$

递归子程序：

```
procedure S;
begin
    if ch = 'a' or ch = '∧' then read(ch);
    else if ch = '(' then
        begin read(ch); S; T';
            if ch = ')' then read(ch) else error
        end
    else error
end
procedure T';
begin
```

```
if ch = ',' then begin read(ch); S; T'; end
end
```

(2) 改写后的文法是LL(1)的,预测分析表如下:

G'(S):

$S \longrightarrow a \mid \wedge \mid (ST')$

$T' \longrightarrow ,ST' \mid \varepsilon$

FIRST(S) = {a, ∧, (} FIRST(T') = {,, ε}

FOLLOW(S) = FIRST(T')\{ε} ∪ FOLLOW(T') ∪ {#} = {,,), #}

FOLLOW(T') = {)}

预测分析表:

	a	∧	(	)	,	#
S	S→a	S→∧	S→(ST')			
T'				T'→ε	T'→,ST'	

2. 对下面的文法 G:

E→TE'

E'→+E|ε

T→FT'

T'→T|ε

F→PF'

F'→*F'|ε

P→(E)|a|b|∧

(1) 计算这个文法的每个非终结符的 FIRST 和 FOLLOW。

(2) 证明这个文法是 LL(1)的。

(3) 构造它的预测分析表。

(4) 构造它的递归下降分析程序。

解:(1) FIRST(E) = FIRST(T)\{ε} = {(, a, b, ∧}

FIRST(E') = {+, ε}

FIRST(T) = FIRST(F)\{ε} = {(, a, b, ∧}

FIRST(T') = FIRST(T)\{ε} ∪ {ε} = {(, a, b, ∧, ε}

FIRST(F) = FIRST(P) \ {ε} = {(, a, b, ∧}
FIRST(F') = {*, ε}
FIRST(P) = {(, a, b, ∧}
FOLLOW(E) = FOLLOW(E') ∪ {), #} = {), #}
FOLLOW(E') = FOLLOW(E) = {), #}
FOLLOW(T) = FIRST(E') \ {ε} ∪ FOLLOW(E) ∪ FOLLOW(T') = {+,), #}
FOLLOW(T') = FOLLOW(T) = {+,), #}
FOLLOW(F) = FIRST(T') \ {ε} ∪ FOLLOW(T) = {(, a, b, ∧, +,), #}
FOLLOW(F') = FOLLOW(F) = {(, a, b, ∧, +,), #}
FOLLOW(P) = FIRST(F') \ {ε} ∪ FOLLOW(F) = {*, (, a, b, ∧, +,), #}

(2) 易知文法消除了左递归,

考虑以下产生式:

E' → + E | ε

T' → T | ε

F' → * F' | ε

P → (E) | a | b | ∧

FIRST(+E) ∩ FIRST(ε) = {+} ∩ {ε} = ∅

FIRST(E') ∩ FOLLOW(E') = {+, ε} ∩ {), #} = ∅

FIRST(T) ∩ FIRST(ε) = {+,), #} ∩ {ε} = ∅

FIRST(T') ∩ FOLLOW(T') = {(, a, b, ∧, ε} ∩ {+,), #} = ∅

FIRST(*F') ∩ FIRST(ε) = {*} ∩ {ε} = ∅

FIRST(F') ∩ FOLLOW(F') = {*, ε} ∩ {(, a, b, ∧, +,), #} = ∅

FIRST((E)) ∩ FIRST(a) ∩ FIRST(b) ∩ FIRST(∧)

= {(} ∩ {a} ∩ {b} ∩ {∧} = ∅

即该文法每个终结符的产生式的候选首符集两两不相交

并且对于文法中每个非终结符 A,若它存在某个候选首符集中包含 ε, 则 FIRST(A) ∩ FOLLOW(A) = ∅

故该文法为 LL(1) 文法.

(3)预测分析表：

	+	*	∧	(	)	a	b	#
E			E→TE'	E→TE'		E→TE'	E→TE'	
E'	E'→+E				E'→ε			E'→ε
T			T→FT'	T→FT'		T→FT'	T→FT'	
T'	T'→ε		T'→T	T'→T	T'→ε	T'→T	T'→T	T'→ε
F			F→PF'	F→PF'		F→PF'	F→PF'	
F'	F'→ε	F'→*F'	F'→ε	F'→ε	F'→ε	F'→ε	F'→ε	F'→ε
P			P→∧	P→(E)		P→a	P→b	

(4)
```
procedure E:
begin:
    if ch='(' or ch='a' or ch='b' or ch='∧'
        then begin T; E'; end
    else error
end
procedure E':
begin:
    if ch='+' then
        begin read(ch); T; end
    else if ch!=')' and ch!='#'
        then error
end
procedure T:
begin:
    if ch='(' or ch='a' or ch='b' or ch='∧'
        then begin F; T'; end
    else error
end
```

(, a, b, ∧.

```
procedure T':
begin
    if ch='(' or ch='a' or ch='b' or ch='^':
        then T
    else if ch!='+' and ch!=')' and ch!='#':
        then error
end
procedure F:
begin
    if ch='(' or ch='a' or ch='b' or ch='^':
        then begin P; F'; end
    else error
end
procedure F':
begin:
    if ch='*' then
        begin read(ch); F' end
end
procedure P:
begin:
    if ch='a' or ch='b' or ch='^':
        then read(ch);
    else if ch='(' then:
        begin read (ch); E;
            if ch=')' then read(ch)
            else error
        end
    else error
end
```

3. 下面文法中，哪些是 LL(1)的，说明理由。

(1) S→ABc
A→a|ε
B→b|ε

(2) S→Ab
A→a|B|ε
B→b|ε

解：(1) 文法不包含左递归

FIRST(S) = FIRST(A)\{ε} ∪ FIRST(B)\{ε} ∪ {c}
= {a, b, c}

FIRST(A) = {a, ε}

FIRST(B) = {b, ε}

FOLLOW(S) = {#}

FOLLOW(B) = {c}

FOLLOW(A) = FIRST(B)\{ε} = {b, c}

又 FIRST(a) ∩ FIRST(ε) = ∅

FIRST(b) ∩ FIRST(ε) = ∅

FIRST(A) ∩ FOLLOW(A) = ∅

FIRST(B) ∩ FOLLOW(B) = ∅

故文法满足全部三个条件，故文法是 LL(1)的.

(2) 文法不包含左递归

FIRST(S) = FIRST(A)\{ε} ∪ {b} = {a, b}

FIRST(A) = {a, ε} ∪ FIRST(B)\{ε} = {a, b, ε}

FIRST(B) = {b, ε}

FOLLOW(S) = {#}

FOLLOW(B) = FOLLOW(A) = {b}

FOLLOW(A) = {b}

对于A. ε ∈ FIRST(A) 而 FIRST(A) ∩ FOLLOW(A) = {b} ≠ ∅. 不满足第三个条件，故文法不是 LL(1)的